

Demonstrace učení RCE sítě

Technická správa

Úvod

Táto správa popisuje riešenie projektu demonštrácie učenia RCE(Restricted Coulomb Energy) siete.

RCE je dvojvrstvová neurónová sieť v premennej topológii. Pri vytvorení siete sa v nej nenachádzajú žiadne neuróny, postupne pribúdajú až pri učení. Skladá sa zo skrytej a výstupnej vrstvy. Skrytá vrstva sa skladá z neurónov s radiálnou bázovou funkciou a so skokovou aktivačnou funkciou. Neuróny skrytej vrstvy sa skladajú z vektoru, ktorý vyjadruje stred hyperguli a polomeru. Výstupná vrstva s funkciou logického OR sa skladá z neurónov ktoré obsahujú typ triedy. Vstupné vektory sa klasifikujú podľa toho v ktorej hyperguli ležia, pričom sa môže stať, že vstupný vektor neleží v žiadnej, v jednej alebo vo viacerých hyperguliach zároveň. Podľa toho sa aktivujú výstupné neuróny a klasifikujú vstup.^[1]

Aplikácia umožňuje užívateľovi vytvorenie vlastnej dátovej sady a vizualizáciu všetkých krokov učenia sa s farebným zvýraznením aktuálneho kroku učenia spolu s komentárom a akciou, ktorá sa práve vykonala.

Preklad a spustenie programu

bash build.sh - Inštalácia kľúčových programov a python balíkov

bash run.sh - Spustenie

Požiadavky

build.sh inštaluje python3, python3-pip, python3-venv a stiahne nasledujúce python knižnice numpy, matplotlib, pyqt5

Detailnejší popis možno nájsť v README.md.

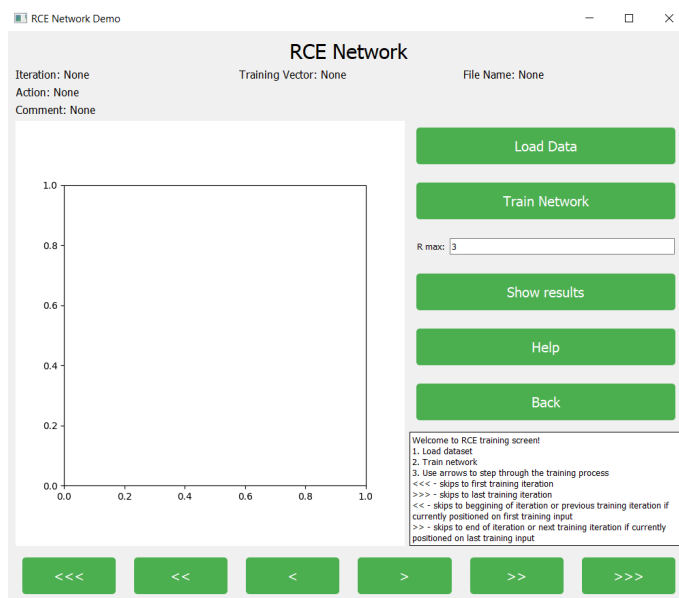
Ovládanie programu

Hlavné menu sa zobrazí po spustení aplikácie. Umožňuje prechod na demonštrovanie učenia RCE siete pomocou tlačidla **Train and Demo RCE Network** a prechod na vytvorenie datasetu tlačidlom **Create Training Dataset**.

Demonštrácia trénovania RCE siete

Obrazovka demonštrácie trénovania RCE siete.

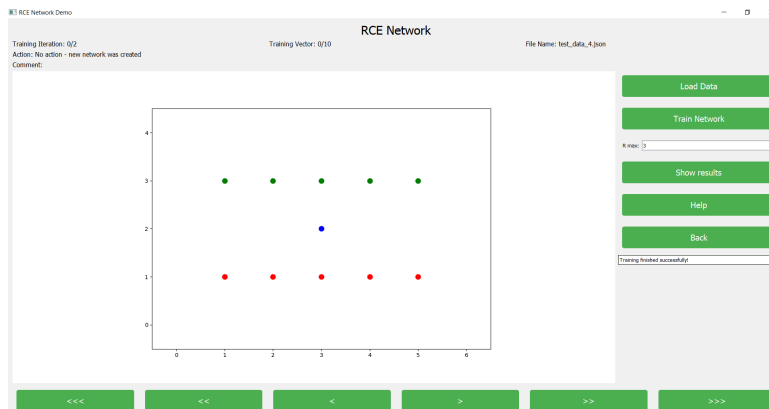
- **Load Data** - výber súboru pre načítanie vstupných dát (Trénovanie siete sa vykoná automaticky po načítaní dátovej sady) po úspešnom načítaní súboru a natrénovaní siete je možné prechádzať cez jednotlivé kroky trénovania pomocou tlačidiel dole
- <<<, <<, <, >, >>, >>> - posúvanie sa na začiatok/koniec trénovania, cez jednotlivé iterácie, cez jednotlivé kroky



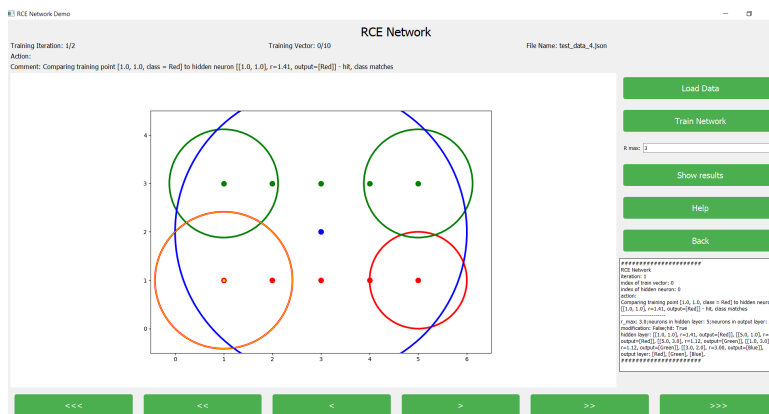
- **R max** - slúži na úpravu maximálnej aktivačnej hodnoty pre skrytú vrstvu neurónov
- **Show results** - zobrazí v novom okne informácie o natrénovanej sieti (finálnej)
- **Help** - zobrazí popis ovládania
- **Back** - vráti do Menu

Zobrazenie po načítaní dátovskej sady.

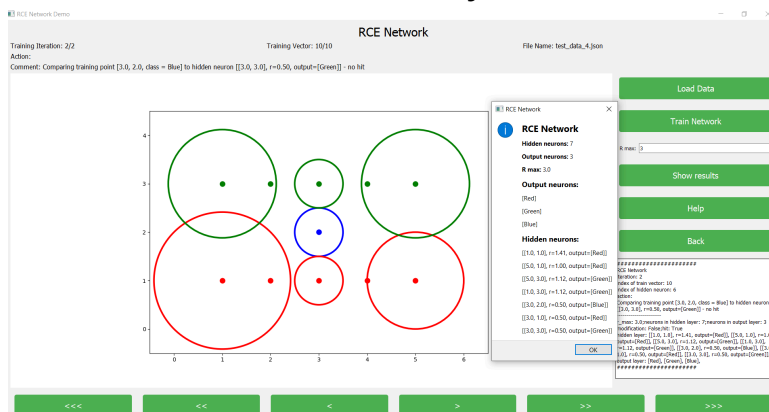
- **Training Iteration** - udáva informáciu na ktorej iterácii tréningovania sa model práve nachádza
- **Training Vector** - udáva informáciu na ktorom tréningovacom vektore sa model práve trénuje
- **Action** - popisuje zmenu, ku ktorej práve došlo v práve prevedenom kroku tréningovania
- **Comment** - komentár popisujúci aktuálnu činnosť tréningového algoritmu



Zobrazenie po prvej iterácii prejdienia vstupných vektorov.



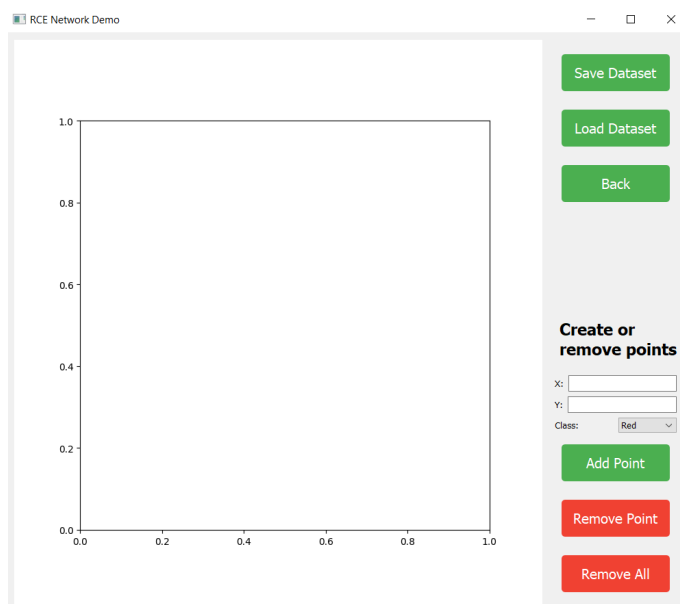
Koniec tréningovania a zobrazenie výsledkov.



Vytváranie a editovanie dátovej sady

Obrazovka pre vytváranie a editáciu vstupných vektorov a ich tried pre RCE sieť. Umožňuje vytvoriť a uložiť dátovú sadu do súboru.

- **Add Point** - pridá vektor s dvoma súradnicami (X, Y - ľubovoľné desatinné/celé číslo) a triedou - Class (ktorá značí farbu akou bude daný bod vykreslený)
- **Remove Point** - odstráni vektor podľa súradníc (X, Y - ľubovoľné desatinné/celé číslo) na triede vektoru nezáleží
- **Remove All** - odstráni všetky vektory
- **Save Dataset** - uloží tréningové dáta
- **Load Dataset** - načíta tréningové dáta, ktoré následne môžeme upravovať a uložiť
- **Back** - vráti do menu



Riešené problémy

RCE sieť

Pre vytvorenie neurónovej siete RCE je potrebné si najprv zadať ako budú vyzeráť skryté a výstupné neuróny. Skryté neuróny sa skladajú z vektoru, polomeru a ukazujú na výstupný neuron. Výstupný neuron dopĺňa informáciu o triede klasifikácie daným neuronom.

Sieť musí mať schopnosť vytvárať nové skryté a výstupné neuróny podľa vstupného vektoru a triedy. Nový skrytý neuron sa nastaví podľa vstupného vektoru a priradí sa mu výstupný neuron pokiaľ existuje. V prípade, že neexistuje tak sa vytvorí a priradí.

RCE sieť je implementovaná v `rce_network.py`.

Tréning siete

RCE sieť sa trénuje tak, že sa postupne prejde cez všetky vstupné vektory a pokiaľ nedošlo k zmene siete, tak sa tréning končí. Pri prechádzaní cez vstupné vektory sa musí prejsť cez všetky existujúce skryté neuróny a porovnať ich vzdialenosť so vstupným vektorom.

Pričom môžu nastať 3 situácie. (Niektoré kombinácie situácií môžu nastať súčasne)

1. Vstupný vektor leží v jednej alebo viacerých hypreguliach s rovnakou triedou. V takomto prípade si poznačíme hit flag, pretože vstupný vektor je správne klasifikovaný a nepotrebujeme nič meniť.
2. Vstupný vektor leží v jednej alebo viacerých hyperguliach s inou triedou. V takomto prípade modifikujeme polomer daných skrytých neurónov na polovicu vzdialenosti medzi daným neurónom a vstupným vektorom. Musíme nastaviť flag modify, pretože sme modifikovali sieť a teda ju budeme musieť prejsť celú znova so všetkými vstupnými vektormi.

3. Vstupný vektor neleží v žiadnej hyperguli a teda musíme vytvoriť nový skrytý neuron na pozícii vstupného vektora, prípadne aj výstupný s triedou vstupného vektora ak ešte neexistuje.

Trénovanie rce siete je implementované v `rce_trainer.py`.

Demonštrácia tréovania

Po každom kroku tréovania sa vytvorí kópia rce siete s aktuálnym stavom. Pre demonštračné účely rce sieť obsahuje komentár, akciu, index iterácie, tréovacieho vstupu, skrytej vrstvy. Akcia popisuje zmeny v jednotlivých vrstvách siete a komentár popisuje to, čo sa deje v aktuálnom kroku algoritmu. Medzi danými kópiami sa prechádza pomocou užívateľského prostredia pričom je aktuálny tréovací vektor a aktuálny neurón skrytej vrstvy zvýraznený žltou farbou.

Prílohy

Štruktúra projektu

- **root**
 - **data**
 - **input_data.py**: Modul na spracovanie vstupných dát. Umožňuje pridanie, odstránenie vektorov.
 - **my_exceptions.py**: Definície vlastných výnimiek.
 - **point.py**: Vstupný vektor.
 - **json_serializer**: Zaobaluje logiku pre vytváranie json formátu výstupných tréningových dát.
 - **gui**
 - **main_menu.py**: Menu pre výber medzi vytváraním datasetu alebo tréningom.
 - **main_window.py**: Vytvorí hlavné okno, v ktorom sa menia obrazovky (menu, train, create).
 - **mpl_canvas.py**: Vytvorenie Matplotlib canvasu pre zobrazenie grafov.
 - **styles.py**: Štýly pre tlačidlá a ďalšie GUI komponenty.
 - **train_network_screen.py**: Hlavná obrazovka na tréning siete.
 - **create_dataset_screen.py**: Hlavná obrazovka pre vytváranie vstupného datasetu.
 - **rce**
 - **rce_trainer.py**: Hlavná logika tréningu RCE siete. Ukladá priebežné výsledky tréningu.
 - **rce_network.py**: RCE sieť, umožňuje pridávanie nových neurónov. Obsahuje vrstvu hidden a output neuronov, flagy o modifikácii siete, hit, maximálnu veľkosť polomeru aktivačnej funkcie neurónov, index tréningovej sady a index skrytého neuronu. Umožňuje detailný výpis všetkých podstatných informácií.
 - **hidden_neuron.py**: Skrytý neuron RCE siete.
 - **output_neuron.py**: Výstupný neuron RCE siete.
 - **test_files**: obsahuje vstupné súbory
 - **main.py**: Hlavný skript na spustenie aplikácie.
 - **requirements.txt**: Zoznam potrebných Python knižníc.

Citácie

[1] [doc. Ing. Vladimír Janoušek, Ph.D.](#) dostupné z: [2024-NN-03a](#)